



TITLE:

# Absorption Bands with Zero-Phonon Lines in Neutron-Irradiated MgO Crystals( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Nakagawa, Masuo

---

CITATION:

Nakagawa, Masuo. Absorption Bands with Zero-Phonon Lines in Neutron-Irradiated MgO Crystals. 京都大学, 1969, 理学博士

ISSUE DATE:

1969-11-24

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/213263>

RIGHT:

氏 名	中 川 益 夫
	なか がわ ます お
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 282 号
学位授与の日付	昭 和 44 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	<b>Absorption Bands with Zero-Phonon Lines in Neutron-Irradiated MgO Crystals</b>

(中性子照射したMgO結晶のゼロフォノン線を伴う吸収帯)

	(主 査)
論文調査委員	教 授 中 井 祥 夫    教 授 長 谷 田 泰 一 郎    教 授 端 恒 夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

二価の結晶の中でも MgO はアルカリハライドと同じ f, c, c, 構造を有すること, および比較的良質の単結晶が得られるなどの理由でかなり研究が進んでいる。しかしながら, 結晶生成の際混入してくる不純物イオンの存在は無視できず, いわゆる「純粋な」単結晶でも, 照射等によって形成された色中心が本質的なものか不純物に関連したものかについては解析が必ずしも容易ではない。

申請論文は, 中性子照射によって MgO 単結晶にあらわれる幾つかの吸収帯のうち, 現在に到るまで全く性質の判明しない352および980nm 帯をとり上げ, この二つの吸収帯に共通して, その長波長端に尖鋭な「ゼロフォノン線」が伴うことを利用しながら, この二つの吸収帯の起因の解明を試みている。実験方法としては, ‘純粋’な結晶あるいは不純物を添加した結晶を原子炉による中性子で照射し, 紫外部から近赤外部に亘る分光吸収スペクトルを測定して不純物に依存しない吸収と依存するものとに大別し, 次に照射量の変化による吸収帯の消長を追求することにより特定の不純物と吸収帯との関連を調べている。すなわち, 高温処理による結晶表面からの拡散を利用して, クロームイオンを MgO 結晶に添加してから中性子照射を行なうと, 352nm帯において強度の増大が認められ, しかも, その度合は熱処理の時間と共に増加することを確認した。他の吸収帯については, このような効果は見られず, 吸収強度に変化はみとめられなかった。これらの結果にもとづき, 申請者は, 352nm 帯は結晶中の Cr イオン不純物によるものであると推論した。

他方, 近赤外域にあらわれる 980nm 帯については, それに付随するゼロフォノン線 (1044nm) を手がかりとして次のように推論している。すなわちアルカリハライドの M' および R' 帯に付随するゼロフォノン線については, それらのエネルギーと結晶の格子定数との間に, いわゆる Mollwo-Iveyの法則が成り立つが, この法則を拡張してMgOに適用することにより, 1044nm線はM'中心に付随するものであることが示唆される。これより, 980nm帯および 1044nm 線はMgOにおける M- 型の中心体によるものであるとの推論をしている。

申請論文では更に361nm線および1044nm線につき、それらの温度依存性を液体ヘリウム温度から常温近くに亘って詳細に測定し、その結果につき解析を試みている。すなわち、各吸収線につき、そのピーク位置、強度、および半値巾の温度による変化に対して理論曲線をフィットさせることによって物理的に重要な意義をもつHuang-Rhys 因子 $S$ や有効温度 $\theta_D$ を実験的に求め、361nm線については $S \sim 4$ 、 $\theta_D \sim 652^\circ\text{K}$ 、1044nm線については $S \sim 2$ 、 $\theta_D \sim 800^\circ\text{K}$ の値が得られた。361nm線および1044nm線に対しては異なる有効温度の値が得られているが、このことは、これら二つのゼロフォノン線が、それぞれ異なる色中心に起因するということを示している。

## 論文審査の結果の要旨

申請論文は、中性子照射によって着色したMgO単結晶内に生じた色中心のうち近紫外域および近赤外域に特徴ある吸収帯をもつものについて、その起因ならびに構造の解明を試みたものである。

MgO単結晶は $\gamma$ 線、X線、電子線等による照射や、付加着色の方法によっては着色が困難であり、中性子照射のみが色中心の生成に有効である。しかしながら、この結晶は高融点のため結晶製作の過程において不純物が混入しやすく、従来ややもすると、色中心の同定に際して不適当な仮定にもとづく推論が試みられる傾向にあった。

申請論文の主たる目的は、中性子照射によって生ずる352nm帯および980nm帯の起因をさぐることにあるが、この二つの吸収帯は共にその長波長端にゼロフォノン線を伴っており、更にゼロフォノン線に隣接して構造がみられるのが特徴である。

申請者は、まず、Co、Ni、Crを不純物として添加したMgO結晶につき、中性子照射に際して生じる吸収帯強度と照射線量の関係から不純物イオンの影響を調べた。その結果にもとづいて、熱拡散法によってCrイオンを導入した結晶の中性子照射による効果から、352nm帯はCrイオン不純物に起因していることを推論した。つぎに980nm帯については、これに付随するゼロフォノン線を手がかりとして、アルカリハライドとの類比から格子定数と吸収帯のピーク位置の関係を示すMollwo-Ivey則を適用した。この結果、980nm帯はM-型の色中心に起因するとの結論を得ている。

352nm帯および980nm帯に関して、その起因をさぐり、それらの構造について推論が試みられたのは、本論文が最初であり、特に後者の場合、ゼロフォノン線との関連を論拠にとりあげた点は注目に値する。参考論文〔3〕、〔4〕、〔7〕はすべてこの結論を指向する予備的な内容と意義をもつものである。

申請論文では、その後半において361nm線および1044nm線の強度、位置、並びに半値巾の温度変化を詳細に測定し解析した結果が述べられている。この場合、強度の温度変化からは、吸収遷移に関係のあるフォノンの数を示すHuang-Rhys 因子 $S$ の値および有効温度が求まり、これから電子と格子振動との相互作用の強さの程度が推察できる。他方、ピークの位置および半値巾の温度変化からも有効温度が求められるが、強度の温度変化から求めた値とよく一致している。

MgO結晶のゼロフォノン線の温度依存性を論じたのは申請者が最初であって、参考論文〔3〕および〔6〕は、この内容を指向したものである。これらの解析から得られた結果は、申請論文の主たる結論を傍証するものであって、361nm線および1044nm線に対して得られた有効温度の値が互に相違する事実

は、これら二つの吸収帯がそれぞれ異なる色中心に起因するという結論を支持している。なお、参考論文〔5〕は、ゼロフォノン線の発光ピークを観測した数少ない例の一つである。

以上のように、申請論文は独自の方法によって MgO 結晶の色中心の解明を試み、2価イオン結晶の性質をより深く理解する上で、固体光物性の研究の発展に寄与するところが少なくない。従って、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。